

ROBERT SOB CZYK

*Uniwersytet Łódzki  
Wydział Biologii i Ochrony Środowiska  
Katedra Zoologii Bezkręgowców i Hydrobiologii  
Banacha 12/16, 90-237 Łódź  
E-mail: sobos1@vp.pl*

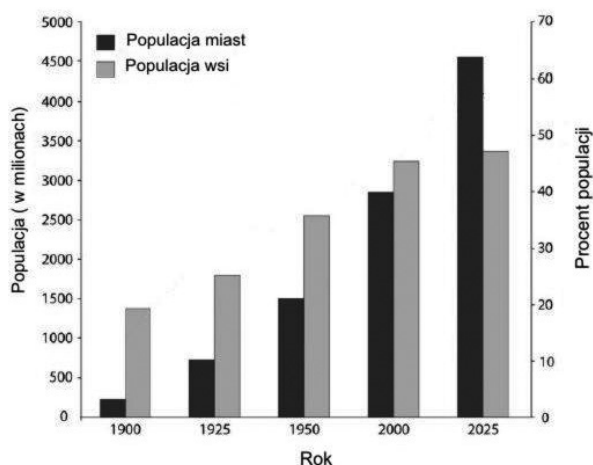
## ENTOMOFAUNA MIEJSKA – CHARAKTERYSTYKA, EKOLOGIA I OCHRONA

### WSTĘP

Szacuje się, że obecnie ponad 50% populacji ludzkiej mieszka w miastach, choć jeszcze w latach 60. ubiegłego wieku było to tylko 30% (Ryc. 1). W ostatnich kilkudziesięciu latach nastąpił szybki rozwój miast, co powoduje, że stały się one jeszcze większym zagrożeniem dla naturalnych ekosystemów. Przekształcenia jakim zostały poddane tereny, na których budowano miasta, są olbrzymie. Liczono się wtedy głównie z dwoma czynnikami: rzeźbą terenu i siecią wodną (WINIARSKA 2000). Nie przywiązywano uwagi do możliwości tworzenia obszarów chroniących rośliny i zwierzęta zasiedlające

dany obszar. Przekształcenia terenu, których dokonał człowiek budując miasta doprowadziły do zmiany szaty roślinnej; większość gatunków rodzimych została wyeliminowana. Wraz z nimi zniknęło wiele gatunków zwierząt, zwłaszcza owadów (SMITH i współaut. 2006). Obecnie miasto jest traktowane jako specyficzny układ z charakterystycznym tylko dla niego obiegiem materii i przepływem energii. Można go więc nazwać ekosystemem (WINIARSKA 2000). Jednak, jak wszystkie ekosystemy antropogeniczne, ma on słabą zdolność samoregulacji (BANASZAK 1998). Tempo rozwoju miast niesie za sobą problem dalszego zaniku różnorodności gatunkowej (SNEP i współaut. 2006). Aby ją zachować, coraz częściej na obszarach miejskich tworzy się strefy chronione. Są to ostoje faunistyczne, które zostały przez człowieka przekształcone w niewielkim stopniu. Roślinność występująca na takim terenie jest zazwyczaj naturalna lub półnaturalna (CHUDZICKA 1998).

Jednak nie tylko takie enklawy, gdzie zachowany jest często pierwotny skład gatunkowy roślinności, mają korzystny wpływ na różnorodność fauny obszaru miejskiego (KUROWSKI i WITOSŁAWSKI 2009). Niemal każdy teren zielony w mieście, czy jest to trawnik, park miejski czy pas zieleni rozgraniczający drogi ekspresowe, oddziałuje w pozytywny sposób na klimat miasta, samopoczucie ludzi czy na obecność wielu gatunków zwierząt. Drzewa pomagają na dłużej zachować wilgotność gleby, tłumią także natężenie hałasu, tak



Ryc. 1. Wzrost liczebności populacji miast (wg ALBERTI 2008).

uciążliwe w wielkich miastach (WINIARSKA 2000).

Tereny zielone mają ogromny wpływ na bioróżnorodność. Stanowią one ważne siedliska życia zwierząt. Na obszarach miejskich licznie występują gatunki pospolite, obok nich można też obserwować gatunki chronione, które zdołały się przystosować do specyficznych warunków panujących wewnątrz miasta i obecnie takie obszary stanowią dla tych organizmów enklawy (PABIS 2010). Są to m.in. niektóre duże ssaki, takie jak lisy i dziki, oraz ptaki drapieżne, np. pustulki, ptaki wróblowate (zięby, sikory) czy blaszkodziobe (kaczki, łabędzie), dla których zdobycie pokarmu w miastach jest dużo prostsze, niż w warunkach naturalnych. Można mówić także o licznych bezkręgowcach zamieszkują-

cych wszelkie dostępne siedliska. Przykładami mogą być nicienie glebowe, pierścienice czy owady (BANASZAK 1998).

Na ekologię gatunków zwierząt w miastach ma wpływ wiele czynników, głównie pochodzenia antropogenicznego. Określenie oddziaływania tych czynników, obok regulacji prawnych, jest niezbędnym elementem opracowywania programów ochrony (IMAI 2004).

Jedną z najbardziej zróżnicowanych grup w faunie miast są owady. Pełnią one ogromnie ważne role w przepływie energii i obiegu materii całego ekosystemu miejskiego (BANASZAK 1998, WINIARSKA 2000, TROJAN i WINIARSKA 2001). Z tych względów ich ekologia i zróżnicowanie występowania w miastach wymaga odrębnej charakterystyki.

#### CHARAKTERYSTYKA ENTOMOFAUNY MIEJSKIEJ

Pierwszą grupą, jaką możemy wyróżnić w faunie miast są synantropy, czyli gatunki, które przystosowały się do życia w przekształconym przez człowieka środowisku (LUNIAK 1998). Naturalnym habitatem tych owadów są obszary tropikalne lub subtropikalne. W miastach mogą one żyć jedynie w budynkach ogrzewanych oraz takich, które posiadają klimatyzację. Przykładami owadów, które przystosowały się do życia w tego typu środowiskach są karaczany oraz niektóre szczeciogonki, np. rybnik cukrowy (BANASZAK 1998).

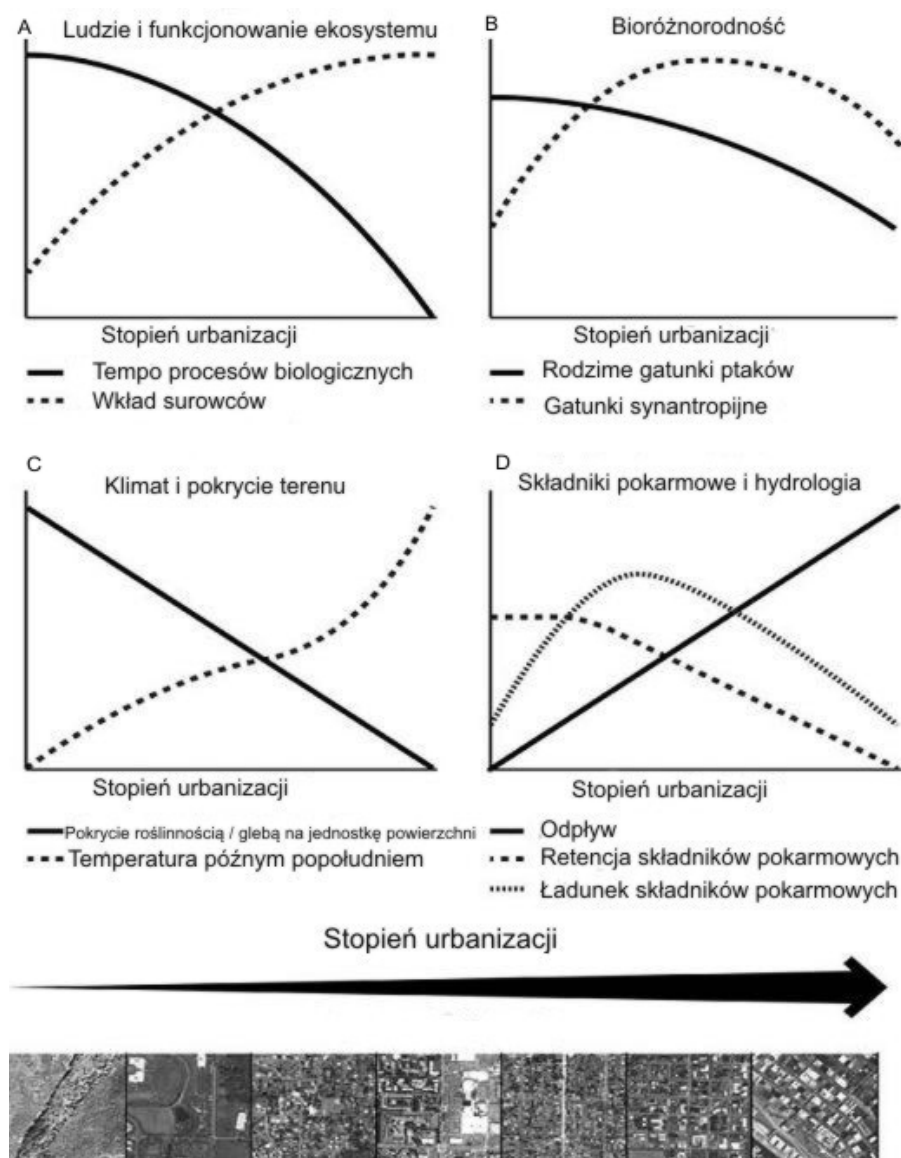
Drugą grupą są gatunki synurbizujące się. Sam termin synurbizacja, według LUNIAKA (1998), odnosi się do procesów przystosowywania się konkretnych gatunków do trwałego bytowania na obszarach miejskich, w tym rozmnażania się. Autor podkreśla jednak, że nie jest to proces zachodzący szybko. Zanim owady dostosują się do warunków panujących na obszarach miasta, może minąć wiele pokoleń. Gatunki synurbizujące się to takie, które przystosowują się do specyficznych warunków panujących na terenach zurbanizowanych. Proces ten jest możliwy dzięki temu, że miasto jest ekosystemem młodym. Dlatego istnieje tam jeszcze wiele wolnych nisz ekologicznych, które mogą zostać zasiedlone przez przybywające na obszary miejskie gatunki owadów. Miasta oferują bowiem często także łatwo dostępne źródła pokarmu, co jest kolejnym czynnikiem, decydującym o zasiedlaniu przez dany gatunek obszarów miejskich (WINIARSKA 2000). Przykładem gatunku synurbizującego się może być pocho-

dzący z Europy drobny motyl, mklik próchniczek (*Ephestia elutella*), którego gąsienica żywi się suszonymi owocami, czekoladą, a nawet piankowymi gąbkami z tworzyw sztucznych i który obecnie spotykany jest coraz częściej na terenach miejskich, nawet w obrębie naturalnego zasięgu (ASHWORTH 1993).

Gatunki semisynantropijne to takie, które zamieszkują zarówno tereny miejskie, jak i siedliska naturalne. Grupa ta nie jest tak ważna jak owady synurbizujące, jednak owady te mogą przenikać do miast z terenów przyległych. Być może działa to na zasadzie metapopulacji (SNEP i współaut. 2006). Z kolei owady migrujące do miast tylko przez przypadek lub w poszukiwaniu pokarmu stanowią ważną grupę występującą na obszarach zurbanizowanych. Przenikanie do miast następuje zwykle poprzez przenoszenie osobników przez wiatr czy wodę. Człowiek również może przyczyniać się do przenoszenia takich gatunków, na przykład podczas transportu towarów. Zazwyczaj jednak nie przeżywają one zbyt długo i nie rozmnażają się w miastach (LUNIAK 1998, WINIARSKA 2000, RAUPP i współaut. 2010). Przykładem takich owadów mogą być motyle czy niektóre chrząszcze.

#### CZYNNIKI OGRANICZAJĄCE ROZMIESZCZENIE I RÓŻNORODNOŚĆ ENTOMOFAUNY MIEJSKIEJ

Miasto jest jednym z najbardziej przekształconych przez człowieka środowisk, w którym żyją owady, choć występują tu również obszary, których te zmiany nie dotknęły



Ryc. 2. Hipoteza stopnia urbanizacji – hipotetyczna zależność pomiędzy człowiekiem a funkcjonowaniem ekosystemu (wg ALBERTI 2008).

(CHUDZICKA 1998). Świadczy to o tym, że jest to ekosystem nie do końca jeszcze poznany. Nie powinno to dziwić. Każde miasto charakteryzuje się bowiem innymi warunkami, klimatem, rozmieszczeniem cieków wodnych i terenów zielonych. Dodatkowo, każde miasto stanowi połączenie czynników biotycznych ze strukturami ekonomiczno-techniczno-socjalnymi (BANASZAK 1998).

Działalność człowieka na obszarach miejskich jest czynnikiem, który wpływa na wszystkie inne zależności, kształtujące rozmieszczenie i występowanie owadów. Jest to bowiem jedna z najliczniejszych grup organizmów żyjących na Ziemi. Owady spełniają w danym ekosystemie bardzo ważne role.

Pełnią istotne funkcje w łańcuchu troficznym, zarówno jako roślinożercy, drapieżcy, jak i padlinożercy. Między innymi dzięki nim zachowany jest obieg materii i prawidłowy przepływ energii w ekosystemach (WINIARSKA 2000). Niestety procesy urbanizacyjne bardzo często przyczyniają się do zmian w składzie gatunkowym entomofauny na danym obszarze. Powodem tego jest najczęściej niszczenie środowiska naturalnego: zmiany klimatyczne, zanieczyszczenia powietrza, gleby czy wody, zmiany składu gatunkowego roślinności i stosunków wodnych. Czynniki te są ze sobą powiązane i prowadzą do ogromnych zmian w faunie obszarów, na których

powstały miasta (Ryc. 2) (ALBERTI 2008, WI- NIARSKA 2000).

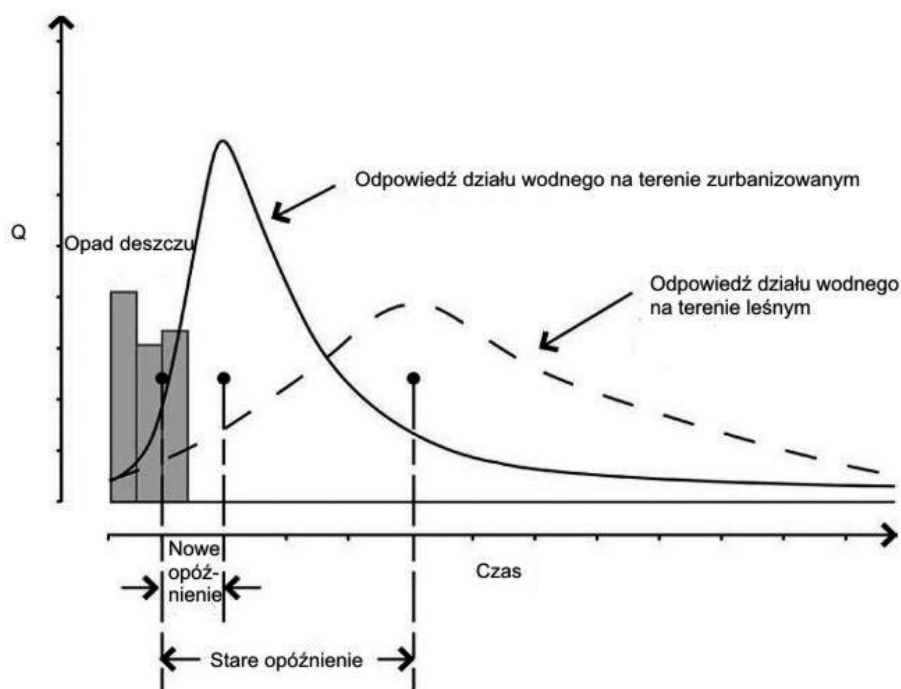
Przykładem takich przekształceń może być spadek tempa procesów biologicznych, odwrotnie proporcjonalnych do ilości surowców, które zostały wykorzystane przez ludzi żyjących w danym układzie urbanistycznym. Jest to zjawisko zależne od stopnia urbanizacji. Zatem im dany obszar jest bardziej zabudowany, tym tempo to (np. produkcji pierwotnej, dekompozycji) maleje (Rys. 2A). Kolejnym przykładem może być spadek szybkości procesów biologicznych, który powoduje spadek różnorodności gatunkowej naturalnej fauny zastępowanej przez synantropy. Jednak po przekroczeniu pewnego stopnia urbanizacji spada również zróżnicowanie tych gatunków (Ryc. 2B). Zmiana pokrycia powierzchni terenu także powoduje przekształcenia. Ma duży wpływ na temperaturę na danym terenie. Jeśli obszar w niewielkim stopniu jest pokryty roślinnością, to możemy spodziewać się na nim wyższej temperatury w ciągu dnia, niż przykładowo w miejscu, które zachowało swój naturalny charakter (Rys. 2C). Na terenach najbardziej przekształconych tworzą się tak zwane „wyspy ciepła”. Tam średnia roczna temperatura jest o kilka stopni wyższa, niż na terenach przyległych (VERMODEN i współaut. 2009). Stopień przekształcenia terenów miejskich wpływa na odpływ z nich substancji biogenych, spowodowany uszczelnieniem powierzchni, czyli pokrywaniem jej betonem i asfaltem oraz dodatkowo niszczeniem terenów zielonych (Rys. 2D) (WINIARSKA 2000). Spływ wody z takiego terenu jest znacznie szybszy niż z terenu, na którym występuje bogata roślinność (VERMODEN i współaut. 2009). Typ roślinności oraz rodzaj opadu (mżawka, ulewa) mają wpływ na przechwytywanie deszczówki. Może być ona zatrzymywana przez florę nawet w 50% i z powrotem dostać się do atmosfery w procesie transpiracji. Pozostała ilość wody potrzebuje więcej czasu by przedostać się przez system korzeniowy roślin i zanim zasili wody powierzchniowe, minie dużo więcej czasu, niż w przypadku, gdy woda odpływa z terenu, na którym nie ma roślinność lub występuje ona w ograniczonym zakresie (Ryc. 3).

Zatem cykl hydrologiczny w miejscach, gdzie zabudowa jest najbardziej zagęszczona, ulega przyspieszeniu. Ulice i chodniki oraz wybetonowane place i parkingi uszczelniają powierzchnię gruntu tak, że woda nie może być infiltrowana w jego głąb. Zamiast tego spływa ona do systemu kanalizacyjnego,

który odprowadza ją bezpośrednio do koryt rzecznych. Zatem woda na takim obszarze nie jest zatrzymywana, co jest stratą dla okolicznych terenów zielonych, gdyż parowanie z takich obszarów jest również w olbrzymim stopniu ograniczone. W wyniku tego dochodzi do zanieczyszczania rzek ładunkami substancji toksycznych (RADWAN i współaut. 2004). Zanieczyszczenia, łącznie z charakterystyczną strukturą przestrzenną, znacznie zmieniają klimat w miastach (CLARK i współaut. 2007) Powoduje to również podtapianie ulic podczas gwałtownych nawałnic. Ma to olbrzymie znaczenie dla całego ekosystemu, w tym roślin i zwierząt żyjących na danym obszarze. Dodatkowym utrudnieniem w utrzymaniu odpowiednich stosunków wodnych jest charakterystyczna zabudowa miejska (PEROCARI i współaut. 2006, VERMODEN i współaut. 2009).

Z powodu zaburzeń cyklu hydrologicznego klimat w miastach jest bardziej suchy i cieplejszy. Wspomniane wcześniej wyspy ciepła to tylko jeden z przejawów tego typu zmian. Zmienione wartości temperatur i wilgotności wpływają na różnorodność gatunkową owadów. Z tego powodu w miastach mogą występować takie gatunki, które w naturalnym środowisku spotykane są wyłącznie w cieplejszych regionach, np. rzadkie gatunki związane z murawami kserotermicznymi. Mogą to być także gatunki, które preferują środowiska bardziej suche i migrują do miast, gdzie znajdują warunki do rozwoju (BANASZAK 1998, LUNIAK 1998, PABIS 2010). Obok pospolitych gatunków sucholubnych mogą występować także gatunki rzadsze. Zazwyczaj zastępują one jednak gatunki wilgociolubne, które nie mogą przystosować się do zmiany ich środowiska w trakcie postępującej urbanizacji danego regionu (WINIARSKA 2000).

Obecność owadów roślinożernych jest w głównej mierze zależna od miejsc występowania rośliny żywicielskiej. Występowanie owadów drapieżnych oraz detrytusożernych uwarunkowane jest także stałym dostępem pokarmu. Jednak bogata flora gwarantuje odpowiednią ilość pokarmu dla entomofauny na wszystkich poziomach troficznych. Roślinność jest więc nieodzownym elementem, jaki powinien być uwzględniany, jeśli chodzi o poznanie ekologii owadów. Dlatego dobrze jest, gdy na terenie miasta obecnych jest wiele terenów, na których roślinność jest możliwie dobrze wykształcona. Jednak poważną przeszkodą w utrzymaniu różnorodności ga-



Ryc. 3. Miejski hydrograf.

Wykres ilustruje zmiany odpowiedzi działu wodnego na terenach zurbanizowanych w porównaniu do obszarów leśnych. Skraca się również czas w jakim woda opadowa zasila wody powierzchniowe (wg ALBERTI 2008).

tunkowej owadów jest fragmentacja siedlisk. Jest to zjawisko powszechnie występujące w wielu regionach. Polega na przedzieleniu danego siedliska na przykład przez drogę ekspresową, co powoduje fragmentację danego habitatu oraz spadek liczby występujących tam gatunków. Obszar występowania zostaje rozbity na mniejsze tereny, na których żyje stosunkowo niewielka liczba osobników. Zabudowa powoduje, że obszary występowania owadów cechuje mozaikowość siedlisk. To zjawisko ma miejsce przy rozwijaniu się osiedli miejskich. Wtedy również, prócz fragmentacji siedlisk, ma miejsce ich niszczenie w celu stworzenia parceli pod zabudowę. Im bardziej rozwinięte dane miasto, tym większe pofragmentowanie terenów zielonych, które wtedy występują rzadko, ustępując miejsca budowlom, drogom czy parkingom (TROJAN 2000, NELSON i NELSON 2001, GIULIANO i współaut. 2004, IMAI 2004, ANGOLD i współaut. 2006, HENNING i GHAZOUL 2011a).

Dodatkową przeszkodą dla życia owadów może być również akumulacja w roślinach substancji toksycznych, w tym metali ciężkich, np. ołowiu. Roślinożerne owady zjadając takie rośliny akumulują w swoim organizmie toksyny, co może prowadzić do ich

śmierci lub do dalszej akumulacji w organizmach zjadających je drapieżników (WINIARSKA 2000).

Kolejnym czynnikiem, który wpływa na ekologię owadów w miastach są zabiegi pielęgnacyjne. W wielu miastach na świecie przynajmniej dwa razy w roku koszone są trawniki, a raz do roku wywożone liście. Prowadzi to nie tylko do zubażania gleb, co czyni je mniej wartościowymi. Powoduje to również zmniejszenie różnorodności gatunkowej owadów zimujących w stertach liści także dlatego, że wiele z nich jest wywożonych wraz z liśćmi (WINIARSKA 2000). To samo dotyczy koszenia trawników. Niszczony są bowiem rośliny żywicielskie wielu gatunków owadów. Co więcej, tracą na tym także zapylacze, głównie błonkówki i motyle. Spadek liczebności zapylaczy może być z czasem groźny także dla ludzi, ponieważ spowodować może wyginięcie gatunków roślin, które są zapylane przez owady (HENNING i GHAZOUL 2011a, b).

Owady zasiedlają różnorodne środowiska. Mogą to być tereny zielone, magazyny czy nawet budynki mieszkalne, jak w przypadku gatunków synantropijnych (TROJAN i WINIARSKA 2001). Obszary zasiedlane przez owady

można podzielić na trzy kategorie. Pierwsze z nich, to obszary w centrach miast lub okolicie dużych zakładów przemysłowych. Takie tereny są silnie zanieczyszczone oraz znajdują się pod największym wpływem działalności człowieka. Roślinność jest tam bardzo silnie przekształcona. Jeśli występują tu jakiegokolwiek tereny zielone, to raczej mają one formę trawników lub niewielkich zieleńców, na których mogą występować tylko owady o dużej tolerancji na zanieczyszczenia i charakteryzujące się szerokim spektrum pokarmowym. Tylko niewielka liczba gatunków rzadkich preferuje takie tereny. Nawet jeśli na takich obszarach występują jakieś większe tereny zielone, to mają one formę niewielkich parków, w których regularnie prowadzone są zabiegi pielęgnacyjne. Jednak każde takie miejsce, także w rejonach silnie skażonych, stanowi refugium dla owadów i innych zwierząt. Drugą kategorią charakterystyczną dla ekosystemów miejskich są tereny podmiejskie. Środowisko jest tu w niewielkim stopniu przekształcone przez człowieka. Najczęściej tereny zabudowane sąsiadują tutaj z rozległymi lasami czy polami otaczającymi daną aglomerację. Takie obszary charakteryzuje największe bogactwo gatunkowe wszelkich organizmów, gdyż poziom zanieczyszczeń jest tam niewielki. Często są to ekosystemy naturalne lub półnaturalne. Stanowią one prawdziwe refugium dla gatunków rzadkich. Takie tereny są bardzo często częścią większych obszarów chronionych, takich jak parki krajobrazowe. Gatunki występujące na przedmieściach często nie mogą pokonać bariery zwartej zabudowy, charakterystycznej dla centrum miast. Do trzeciej ka-

tegorii należą wnętrza budynków gospodarczych i mieszkalnych. Dzięki temu, że są one stale klimatyzowane, wahania temperatury są w nich znacznie mniejsze (LUNIAK 1998, WINIARSKA 2000).

Najważniejsze czynniki wpływające na rozmieszczenie i różnorodność owadów mogą się jednak różnić w przypadku poszczególnych grup taksonomicznych lub ekologicznych, a także w zależności od charakteru zabudowy i lokalizacji danego miasta. Przykładowo, bioróżnorodność pszczoł na terenie kalifornijskiego miasta Boulder była w największym stopniu ograniczana przez dostępność roślin kwiatowych oraz zabiegi pielęgnacyjne, takie jak koszenie trawników, a nie przez bardziej oczywiste przejawy stopnia urbanizacji, takie jak stopień pokrycia powierzchni chodnikiem i asfaltem (KEARNS i OLIVERAS 2009). Z kolei na zgrupowania muchówek z rodziny Sarcophagidae w dużym stopniu wpływała temperatura. Różnorodność tych muchówek była wyraźnie niższa w silnie zacienionych rejonach miasta. Na rozwój larw Sarcophagidae w pozytywny sposób może także wpływać obecność odchodów zwierząt, w tym zwłaszcza psów (MULIERI i współaut. 2011). Stopień nasłonecznienia był również ważnym czynnikiem dla kształtowania się i bogactwa fauny zapylaczy (motyli i pszczoł) w Nowym Jorku (MATTESON i LANGELOTTO 2010). W ogrodach miejskich miasta Bangalore w Indiach wyższa różnorodność owadów była stwierdzona w ogrodach, gdzie powierzchnia odkrytej ziemi była większa w stosunku do obszarów porośniętych trawą (JAGANMOHAN i współaut. 2013).

#### OCHRONA ENTOMOFAUNY MIEJSKIEJ

Obecnie różnorodność owadów występujących na obszarach miejskich maleje. Niezbędna zatem staje się ich ochrona przed wymieraniem, aby różnorodność owadów występujących w miastach utrzymywała się na stabilnym poziomie (WINIARSKA 2000). Roztoczenie opieki nad poszczególnymi gatunkami owadów występujących w mieście jest jednak sprawą kłopotliwą. Nie wiadomo bowiem jakie metody ochrony pozwolą uchronić dany gatunek przed wymarciem. Zanim zostaną podjęte środki w postaci ustaw czy rozporządzeń należy dobrze poznać bionomię oraz ekologię taksonów, które mają być przedmiotem ochrony. Można to zrobić za

pomocą rzetelnych badań nad danym gatunkiem. Często jest to jednak dużo bardziej skomplikowane, gdyż powiązania pomiędzy taksonami i ich ekosystemem bywają bardzo złożone. Z tego powodu niekiedy trudno jest określić, co powoduje, że dany gatunek jest zagrożony. Utrudnia to także wprowadzanie skutecznych sposobów ochrony. W ochronie owadów trudność sprawia właśnie stosunkowo słaby stopień poznania tej grupy zwierząt, w porównaniu choćby z ptakami czy ssakami (PAWŁOWSKI i WITKOWSKI 2000). Kolejną trudnością może być postrzeganie ekosystemu w skali makro. Za przykład może posłużyć siedlisko, jakim jest dąbrowa

światlista. Człowiek postrzega ją jako całość ekosystemu, natomiast dla wielu owadów ekosystemem może być jedynie spróchniałe drzewo, leżące w lesie. Aby uporać się z takimi trudnościami ważne jest, by przeprowadzane badania były dokładne. Jednak, aby je przeprowadzić potrzebny jest czas, a w wielu przypadkach ochrona jest potrzebna od zaraz. Dlatego też nie zawsze udaje się zapobiec wyginięciu danego gatunku (NOWACKI 2000, PAWŁOWSKI i WITKOWSKI 2000).

Następnym krokiem w ochronie owadów jest odpowiednie prawodawstwo. Podstawą ochrony owadów zarówno w Polsce jak i w Unii Europejskiej jest Konwencja Berneńska. W Polsce ochronę środowiska gwarantuje także art. 5 oraz art. 74 Konstytucji RP. Od czasu przystąpienia do Unii Europejskiej w życie weszło wiele istotnych zmian dotyczących ochrony środowiska. Dwunastego października 2011 r. weszło w życie Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie ochrony gatunkowej zwierząt. Rozporządzenie to zawiera wytyczne dotyczące gatunków, które są objęte ochroną. Ogólnie rzecz ujmując, dzięki przystąpieniu do UE sytuacja ochrony środowiska w Polsce ma się o wiele lepiej aniżeli w okresie przed przystąpieniem – patrz Konstytucja RP z 1997 r. (NOWACKI 2000, PAWŁOWSKI i WITKOWSKI 2000, RYNARZEWSKI i JĘDRASZYK 2000). Dotyczy to także terenów miejskich. Z ekologicznego punktu widzenia ochrona ta sprowadza się do kilku podstawowych typów. Od chronienia ekosystemów, poprzez ochronę siedlisk, aż po bezpośrednią ochronę zarówno czynną, jak i bierną (PAWŁOWSKI i WITKOWSKI 2000). Pokazuje to, że działania na rzecz zagrożonych zwierząt w Unii Europejskiej są usystematyzowane, jednak, jak już wcześniej wspomniano, nie zawsze pozwala to skutecznie chronić dany gatunek.

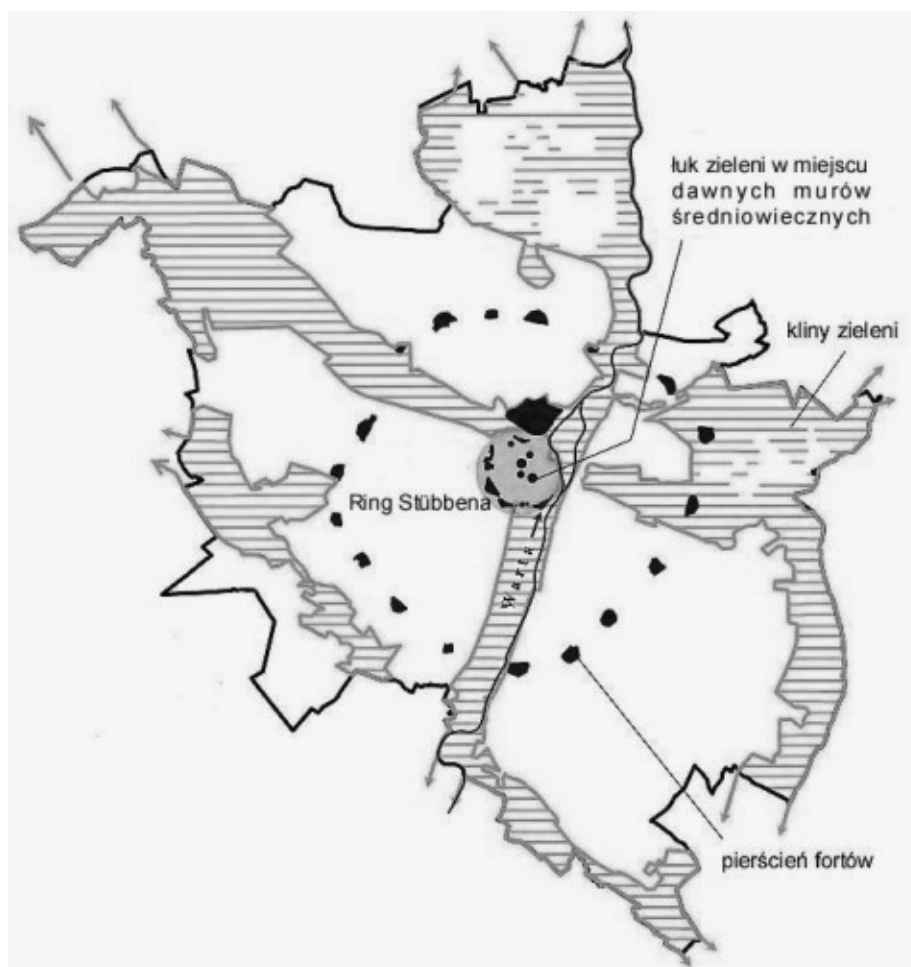
Kolejnym etapem ochrony jest monitoring liczebności populacji zagrożonych taksonów. Pozwala on systematycznie kontrolować liczebność danego gatunku. W razie jej spadku możliwe jest przedsięwzięcie w porę właściwych kroków, mających na celu lepszą ochronę. Pozwala to również na analizowanie, które czynniki mają największy wpływ na populację danego gatunku owada (WINIARSKA 2000, IMAI 2004). Nadal jednak brakuje podobnych opracowań dla krajowych terenów miejskich.

Aby ochrona była skuteczna, należy również objąć nią dany obszar, na którym wy-

stępują gatunki rzadkie. Jeśli chodzi o obszary miejskie, to taka ochrona może mieć formę rezerwatu przyrody lub użytku ekologicznego. Rezerwaty przyrody to tereny o powierzchni mniejszej od parków narodowych. Jednak dostęp człowieka jest w nich również ograniczony, gdyż należy ubiegać się o pozwolenie, aby wejść na jego obszar. Teren taki musi być nieprzekształcony lub w niewielkim stopniu przekształcony przez człowieka. Obejmuje ostoje zagrożonych gatunków roślin, zwierząt czy grzybów. Bioróżnorodność na takich obszarach jest zazwyczaj duża, jednak z czasem będzie maleć, co jest spowodowane wyspowym układem siedlisk. Jeśli rezerwat znajduje się na terenie miasta, to następne tego typu siedlisko może być oddalone o wiele kilometrów. Nie jest to przeszkodą dla ptaków czy ssaków, jednak dla owadów może być barierą nie do przebycia. Dodatkowo, niemożliwa lub ograniczona jest dyspersja, gdyż tereny przyległe nie nadają się do zasiedlenia przez gatunki owadów o wąskich wymaganiach siedliskowych. Dlatego też w ostatnich latach na terenie wielu rezerwatów przyrody utworzonych w miastach notuje się spadek liczby gatunków (NOWACKI 2000, PAWŁOWSKI i WITKOWSKI 2000, WINIARSKA 2000).

Użytki ekologiczne są niewielkimi obszarami, pozostałościami po ekosystemach naturalnych, które zajmowały niegdyś większy obszar. Użytkiem ekologicznym może być staw śródleśny, kępa drzew czy nawet ekstensywnie użytkowana podmiejska łąka. Takie obszary także stanowią refugia dla gatunków zwierząt czy roślin, jednak nie mają tak dużego znaczenia dla bioróżnorodności jak choćby rezerwaty przyrody. Generalnie, na obszarach miejskich jest znacznie więcej użytków ekologicznych aniżeli rezerwatów. Zarówno jedno, jak i drugie ulokowane są zazwyczaj na obrzeżach obszarów zurbanizowanych. Wyjątkiem może być rezerwat Polesie Konstantynowskie w Łodzi (KUROWSKI i WITOSŁAWSKI 2009). Istotnym aktem prawnym, który unormował tworzenie rezerwatów przyrody oraz użytków ekologicznych była Ustawa o ochronie przyrody z 2004 r.

Aby różnorodność gatunkowa na obszarach miejskich, w tym w rezerwach oraz na użytkach ekologicznych była trwała, należy stworzyć odpowiedni system monitoringowy. Jednak najważniejszym elementem ochrony gatunków owadów na obszarach miejskich powinno być połączenie tere-



Ryc. 4. Układ pierścieniowo-przestrzenny terenów miejskich w Poznaniu (<http://cms-files.idcom-web.pl>).

nów zielonych tam istniejących, takich jak parki miejskie, rezerваты przyrody, użytki ekologiczne czy nieużytki, z obszarami podmiejskimi za pomocą korytarzy ekologicznych. Umożliwiłoby to migrację rzadkich gatunków owadów w głąb miasta, ponadto znacznie złagodzony zostałby klimat miasta, który obecnie jest najczęściej bardzo suchy i ciepły. Wpłynęłoby to na uregulowanie stosunków wodnych, zwiększyło czas retencji wody na obszarach miejskich. Dzięki temu odpływ pierwiastków biogennych także by zmalał, a zbiorniki i ciekі wodne nie byłyby tak zanieczyszczone. Przykładem tworzenia takich korytarzy ekologicznych wraz z rewitalizacją cieków wodnych jest Błękitno-Zielona Sieć, jaka powstaje w Łodzi ([www.switch.unesco.lodz.pl](http://www.switch.unesco.lodz.pl)).

Warto więc zadbać o to, by terenów zielonych było w miastach jak najwięcej. Jak już wcześniej wspomniano, parki miejskie zlokalizowane w odpowiednich miejscach łagodzą oddziaływanie wysp ciepła w mie-

ście. Roślinność zatrzymuje wodę na danym terenie, więc wilgotność jest tu dużo większa niż na takich, które są pozbawione pokrywy roślinnej. Powoduje to w konsekwencji obniżenie temperatury. Dodatkowo, takie tereny zielone dają schronienie wielu gatunkom owadów, w tym nawet zagrożonych. Obecność tych ostatnich jest zazwyczaj przypadkowa lub występują one nielicznie (CHUDZICKA 1998). Dobrym przykładem zagospodarowania terenów miejskich może być Poznań, gdzie tereny zielone tworzą układ pierścieniowo-klinowy, co pozwala na dyspersję wielu gatunków w głąb miasta (Ryc. 4) (BANASZAK 1998).

Najważniejszym czynnikiem, który wpływa na liczebność owadów w miastach jest woda. W poprzednich rozdziałach opisane zostało, w jaki sposób charakterystyczna zabudowa miejska wpływa na klimat miasta powodując, że jest on bardziej suchy i cieplejszy. Wpływa to nie tylko na bioróżnorodność owadów i innych zwierząt czy



roślin, ale także na zdrowie człowieka, co łącznie z natężeniem hałasu na obszarach miejskich ma poważne konsekwencje w postaci wzrostu w ostatnich latach zachorowań na choroby cywilizacyjne (ALBERTI 2008). W związku z tym, że na niektórych obszarach może występować niedobór wody, ważnym elementem okazują się zbiorniki wodne umiejscowione na terenach miast. Oprócz funkcji typowo użytkowych, czyli ograniczania wezbrań, czy miejsca rekreacji i wypoczynku, mają również wpływ na otaczający teren (VERMODEN i współaut. 2009). Łagodzą bowiem klimat przyległych obszarów, a więc działają hamująco na tworzenie się wysp ciepła. Na takich obszarach mogą żyć gatunki roślin wilgociolubnych, a co za tym idzie i owady, które nie mogą sobie poradzić w bardziej ubogich i suchych rejonach miasta (WINIARSKA 2000). Same zbiorniki wodne stanowią ostoję dla gatunków owadów, potrzebujących w swoim cyklu rozwojowym wody lub po prostu w niej żyjących. Najważniejszą sprawą zatem wydaje się regulacja stosunków wodnych na obszarach zurbanizowanych. Błękitno-Zielona Sieć i inne podobne inicjatywy są jednym z rozwiązań tego problemu.

Istnieją także i inne działania, które mogą zmniejszyć odpływ wody z miast. Jednym z takich rozwiązań są zielone dachy, które mogą przyczynić się do regulacji stosunków wodnych. Są to nasadzenia roślinności na dachach budynków, które są pokrywane dodatkowo wodoodporną membraną. W zależności od wytrzymałości konstrukcji nośnej budynku można sadzić na nich więcej roślinności, począwszy od mszaków, aż po krzewy i drzewa. Obserwacje wykazują, że podczas gwałtownych nawałnic duża część wód opadowych jest zatrzymywana przez takie konstrukcje. Oczywiście im większa różnorodność roślin, tym większa efektywność, choć na wielu budynkach nie można sadzić ich zbyt wiele, gdyż grozi to zawaleniem. Jednak jest to tylko jedna z niewielu wad tej metody. Zaletą jest natomiast tworzenie nowych miejsc do rozwoju bezkręgowców. Nawet niewielki dach porośnięty mszakami może być schronieniem dla drobnych owadów. Dodatkowym efektem takiego rozwiązania jest ochłodzenie wnętrza budynku w upalne dni oraz zatrzymanie ciepła podczas zimy. Pozwala to oszczędzić także energię elektryczną, która byłaby zużywana na

ogrzewanie czy też klimatyzowanie wewnątrz. Dodatkowo, roślinność ta oczyszcza powietrze, dzięki czemu stężenie zanieczyszczeń maleje. Podobną funkcję spełniają zielone ściany. Są to nasadzenia roślin na ścianach budynków. Ich rola w funkcjonowaniu ekosystemów miejskich jest jednak dużo mniejsza niż zielonych dachów. Zarówno zielone dachy, jak i zielone ściany pełnią także funkcje estetyczne (HUNT i SZPIR 2006, WINIARSKA 2000, [www.roofgreening.ca](http://www.roofgreening.ca), [www.switch.unesco.lodz.pl](http://www.switch.unesco.lodz.pl)). Budynkiem, który może posłużyć za przykład w zastosowaniu technologii zielonych dachów może być gmach Environmental Protection Agency w Denver (USA) (FLANNERY i SMITH 2011), Ratusz Miejski w Chicago oraz budynek Kalifornijskiej Akademii Nauk w San Francisco.

Kolejnym rozwiązaniem jest rozszczelnienie powierzchni na obszarach zurbanizowanych. W poprzednich rozdziałach wspomniano, że uszczelnione powierzchnie, zwłaszcza w centrach miast, są istotną przyczyną zbyt szybkiego odprowadzania wody do rzek i zbiorników wodnych oraz powstawania lokalnych podtopień. Rozwiązaniem tego problemu może być stosowanie kostek ażurowych zamiast kostki brukowej w miejscach, które się do takich celów nadają, jak również obniżanie krawężników. Jest to o tyle ważne, że woda spływająca po ulicach mogłaby zasilać zieleńce i trawniki, przedłużając tym samym retencję wody (HUNT i SZPIR 2006).

Ochrona gatunkowa owadów w miastach nie może ograniczać się zatem tylko do zabezpieczenia określonego gatunku w ramach ogólnie obowiązujących przepisów. Powinien to być kompleksowy program, mający na celu nie tylko zatrzymanie dewastacji środowiska na obszarach zurbanizowanych, ale przynoszący również bardziej wymierne korzyści. Zmieniając dachy i ściany budynków w tereny zielone przyczyniamy się nie tylko do zmian przesuszzonego klimatu w miastach, ale również prowadzimy, do zwiększenia bioróżnorodności, a także spadku stężenia zanieczyszczeń w powietrzu, glebie i wodzie. Jednak nawet takie działania powinny być dokładnie przemyślane. Warto też pamiętać, że podobne, kompleksowe plany ochrony wymagają w każdym mieście indywidualnego podejścia, pozwalającego na jak najlepsze rozplanowanie proporcji pomiędzy zastosowanymi metodami ochrony.

## ENTOMOFAUNA MIEJSKA – CHARAKTERYSTYKA, EKOLOGIA I OCHRONA.

## Streszczenie

Obecnie w miastach mieszka większość populacji ludzkiej. Dlatego ochrona owadów na terenach zurbanizowanych staje się zagadnieniem priorytetowym. Owady należą do najważniejszych grup organizmów występujących w miastach. Spadek ich liczebności i bogactwa gatunkowego może być bardzo groźny dla tego ekosystemu. Główną przyczyną spadku bioróżnorodności entomofauny są zmiany klimatu spowodowane przekształceniem terenu. Przykładem może być niszczenie naturalnie występującej roślinności oraz uszczelnianie powierzchni. Przez to zaburzony jest cykl wody, co skutkuje tym, że klimat w miastach jest cieplejszy oraz bardziej suchy. Dzięki temu w miastach powstają zupełnie nowe nisze ekologiczne możliwe do zasiedlenia przez owady,

choć wiele gatunków występujących tam naturalnie ginie. Budynki mieszkalne, magazyny czy tereny zielone są przykładami siedlisk, w których owady mogą występować. Naturalne obszary pokryte roślinnością są niezwykle ważne dla zachowania różnorodności entomofauny, dlatego też są one często chronione w postaci rezerwatów przyrody czy użytków ekologicznych. Aby wspomóc migrację owadów z terenów przyległych tworzy się tzw. zielone korytarze. Jednak takie zabiegi nie są wystarczające. Potrzebna jest także regulacja stosunków wodnych. Dlatego też tworzone są tzw. zielone dachy oraz prowadzone akcje rozszczelnienia powierzchni. Potrzebne są jednak bardziej zintegrowane i kompleksowe działania by móc skutecznie chronić entomofaunę miejską.

## URBAN ENTOMOFAUNA – CHARACTERISTIC, ECOLOGY AND PROTECTION

## Summary

Majority of the human population lives in the cities. At the same time insects are the most important group of organism living in the urban ecosystems. This is the main reason of the urgent need to protect those invertebrates. Decreasing abundance, species richness and biodiversity of insects in urban areas can be very dangerous for this ecosystem. Those patterns are due mostly to microclimatic changes and large transformations of the natural vegetation and soil. Modifications of the hydrological cycle are among the most important factors of this situation. They result in warmer and more dry climate conditions. On the other hand, those changes may also result in a higher number of available ecological niches. However, at the same time most of

the species would not be able to survive in the city. Houses, storehouses, or lawns and parks are examples of typical urban habitats. Natural areas covered by vegetation are very important for saving biodiversity of entomofauna, therefore green zones should be protected as nature reserves or ecological sites. If we want to control migration of insects from suburban regions into the cities, it is necessary to create a special ecological corridors (system of greenways). Successful protection of urban ecosystem must also include regulation of water cycling, establishment of green roofs or creation of larger surfaces of permeable street pavements. More integrated and complex efforts are needed for effective protection of urban entomofauna.

## LITERATURA

- ALBERTI M., 2008. *Advances in urban ecology. Integrating humans and ecological processes in urban ecosystem*. Springer, New York.
- ANGOLD P. G., SADLER J. P., HILL M. O., PULLIN A., RUSHTON S., AUSTIN K., SMALL E., WOOD B., WADSWORTH R., SANDERSON R., THOMPSON K., 2006. *Biodiversity in urban habitat patches*. *Sci. Total Environ.* 360, 196–204.
- ASHWORTH J. R., 1993. *The biology of *Ephestia elutella**. *J. Stored Prod. Res.* 29, 199–205.
- BANASZAK J., 1998. *Z badań nad fauną i ekologią miast* [W:] *Fauna miast*. BARCZAK T., INDYKIEWICZ P. (red.). Wydawnictwo Uczelniane ATR, 21–45.
- CHUDZICKA E., 1998. *Zasiedlanie środowiska miejskiego przez owady na przykładzie Warszawy* [W:] *Fauna miast*. BARCZAK T., INDYKIEWICZ P. (red.). Wydawnictwo Uczelniane ATR, 47–55.
- CLARK P. J., REED J. M., CHEW F. S., 2007. *Effects of urbanization on butterfly species richness, guild structure, and rarity*. *Urban Ecosyst.* 10, 321–337.
- GIULIANO W. M., ACCAMANDO A. K., MCADAMS E. J., 2004. *Lepidoptera – habitat relationships in urban parks*. *Urban Ecosyst.* 7, 361–370.
- FLANNERY J. A., SMITH K. M., 2011. *Environmental protection agency region 8 headquarters*. [W:] *Eco-Urban design*. FLANNERY J. A., SMITH K. M. (red.). Springer, 10–18.
- HENNING E. I., GHAZOUJ J., 2011a. *Plant – pollinator interactions within the urban environment. Perspectives in plant ecology*. *Evol. Systemat.* 13, 137–150.
- HENNING E. I., GHAZOUJ J., 2011b. *Pollinating animals in the urban environment*. *Urban Ecosyst.* 15, 149–166.
- HUNT W. F., SZPIR L. L., 2006. *Urban Waterways: permeable pavements, green roofs, and cisterns. stormwater treatment practices for low-impact development*. North Carolina Cooperat. Extens. Service, 1–7.
- IMAI C., 2004. *Ecological approaches for improvement of biological diversity in Osaka City, central Japan*. *Osaka Technol.* 44, 13–22.

- JAGANMOHAN M., VEILSHERY L. S., NAGENDRA H., 2013. *Patterns of insects abundance and distribution in gardens in Bangalore, India*. Diversity 5, 767-778.
- KERANS C. A., OLIVERAS D. M., 2009. *Environmental factors affecting bee diversity in urban and remote grassland plots in Boulder, Colorado*. J. Insects Conservat. 13, 655-665.
- KUROWSKI J. K., WITOSŁAWSKI P., 2009. *Zielone skarby Łodzi – relikty naturalnej przyrody miasta*. Wydawnictwo Studio Kolorów, Łódź.
- LUNIAK M., 1998., *Synurbizacja – dostosowanie się zwierząt do urbanizacji*. [W:] *Fauna miast*. BARCZAK T., INDYKIEWICZ P. (red.). Wydawnictwo Uczelniane ATR, Bydgoszcz, 13-19.
- MATTESSON K. C., LANGALLETTO G. A., 2010. *Determinates of inner city butterfly and bee species richness*. Urban Ecosyst, 13, 333-347.
- MULIERI P. R., PATTITUCCI L. D., SCHNACK J. A., MARI-LUIS J. C., 2010. *Diversity and seasonal dynamics of an assemblage of sarcophagid Diptera in a gradient of urbanization*. J. Insects Sci. 11, 1-15.
- NELSON G. S., NELSON S. M., 2001. *Bird and butterfly communities associated with two types of urban riparian areas*. Urban Ecosyst. 5, 95-108.
- NOWACKI J., 2000. *Konieczność ochrony owadów jako niezbędny element ochrony przyrody*. Wiad. Entomol. 18, 7-14.
- PABIS K., 2010. *Rzadkie i ciekawe gatunki motyli spotykane na miejskich terenach zielonych w Łodzi*. Wszechświat 111, 204-206.
- PAWŁOWSKI J., WITKOWSKI Z. J., 2000. *Formy ochrony owadów w Polsce w świetle doświadczeń innych krajów i zaleceń Unii Europejskiej*. Wiad. Entomol. 18, 15-26.
- PEROCARI S., PAGGI S., PAGGI J. C., 2006. *Assesment of the urbanization effect on a lake by zooplankton*. Water Resour. 33, 6, 677-685.
- RADWAN S., PŁASKA W., MIECZAN T., 2004. *Różnorodność biologiczna środowiska wodnych i podmokłych na obszarach wiejskich*. Woda środowisko obszary wiejskie 4, 277-294.
- RAUPP M. J., SHREWSBURY P. M., HERMS D. A., 2010. *Ecology of herbivorous arthropods in urban landscapes*. Ann. Rev. Entomol. 55, 19-38.
- RYNARZEWSKI T., JĘDRASZYK M., 2000. *Podstawy prawne ochrony owadów w Polsce – przegląd źródeł*. Wiad. Entomol. 18, 27-43.
- SMITH R. M., WARREN P. H., THOMPSON K., GASTON K. J., 2006. *Urban domestic gardens (VI): environmental correlates of invertebrate species richness*. Biodivers. Conserv. 15, 2415-2438.
- SNEP R. P. H., OPDAM P. F. M., BAVECO J. M., WALLIS DE VRIES M. F., TIMMERMANS W., KWAK R. G. M., KUYPERS V., 2006. *How peri-urban areas can strengthen animal populations within cities: A modeling approach*. Biol. Conserv. 127, 345-355.
- TROJAN P., 2000. *Wyznaczanie gatunków owadów zagrożonych wyginięciem*. Wiad. Entomol. 18, 221-232.
- TROJAN P., WINIARSKA G., 2001. *Miasto jako archipelag wysp śródlądowych* [W:] *Bioróżnorodność i ekologia populacji zwierzęcych w środowiskach zurbanizowanych*. INDYKIEWICZ P., BARCZAK T., KACZOROWSKI G. (red.). Bydgoszcz, Wydawnictwo NICE, 10-16.
- VERMODEN K., LEUVEN R., VAN DER VELDE G., VAN KATWIJK M. M., ROELOFS J. G. M., HENDRIKS A. J., 2009. *Urban drainage systems: An undervalued habitat for aquatic macroinvertebrates*. Biol. Conserv. 142, 1105-1115.
- WINIARSKA G. 2000. *Owady w mieście – wybrane zagadnienia dotyczące zagrożenia i ochrony entomofauny w ekosystemie miejskim*. Wiad. Entomol. 18, 121-128.